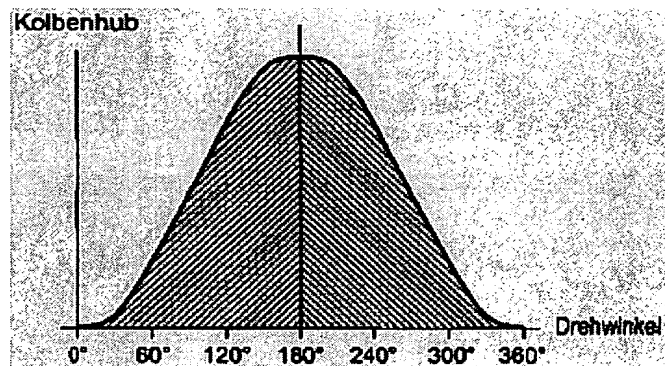


**Pulsation-free radial piston pump, especially for regulated braking systems, has summation value of delivery volumetric flow for all pistons dependent on pump drive speed but not phase**

**Patent number:** DE19961851  
**Publication date:** 2001-06-28  
**Inventor:** DRUMM STEFAN A [DE]  
**Applicant:** CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]  
**Classification:**  
- **International:** F04B1/12; F04B1/04; F04B11/00; B60T17/02  
- **European:** B60T17/02; F04B1/04K3  
**Application number:** DE19991061851 19991222  
**Priority number(s):** DE19991061851 19991222

**Abstract of DE19961851**

The pump has a rotary drive and three or four pistons (9) of identical geometry, all cyclically driven with the same movement profile offset with respect to the next piston by 120 or 90 degrees. The movement profile is designed so that the summation value of the delivery volumetric flow for all pistons depends principally only on the rotation rate of the pump drive but not on the instantaneous phase of the pump drive.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 61 851 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 04 B 1/12**  
F 04 B 1/04  
F 04 B 11/00  
B 60 T 17/02

②1 Aktenzeichen: 199 61 851.8  
②2 Anmeldetag: 22. 12. 1999  
④3 Offenlegungstag: 28. 6. 2001

DE 199 61 851 A 1

⑦1 Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Drumm, Stefan A., 55291 Saulheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

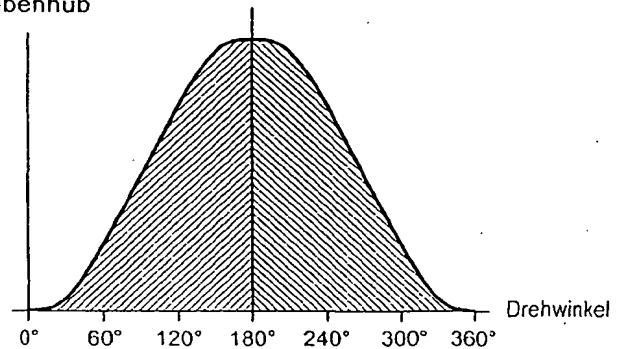
DE-PS 9 27 131  
DE 24 36 627 A1  
DE 76 06 350 U1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Pulsationsfreie Radialkolbenpumpe insbesondere für geregelte Bremssysteme

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpe (6) für geregelte Bremssysteme. Um Pulsationen im Fördervolumenstrom dieser Pumpe (6) zu verhindern wird vorgeschlagen, daß die mindestens drei Kolben (9) der Pumpe mit einem speziellen Kolbenhubprofil derart drehwinkelabhängig gesteuert werden, daß der Summenwert der Ansaugvolumenströme aller Kolben nur von der Rotationsgeschwindigkeit des Pumpentriebs, nicht aber von der momentanen Phasenlage des Pumpentriebs abhängt. Insbesondere resultiert daraus bei konstanter Pumpentriebsgeschwindigkeit ein im Rahmen der erzielbaren Fertigungsgenauigkeiten exakt konstanter, pulsationsfreier Fördervolumenstrom der Pumpe.

Kolbenhub



DE 199 61 851 A.1

Bei geregelten Bremssystemen erfährt das Problem der Geräuschbekämpfung in den letzten Jahren wachsende Bedeutung. Dies resultiert u. a. auch daher, daß derartige Systeme auch dann wirksam werden, wenn wie beispielsweise bei ESP die Bremsen eines Fahrzeugs selbsttätig betätigt werden, ohne daß der Fahrer diesen Vorgang durch Bedienen des Bremspedals ausgelöst hätte. Das Anlaufen einer Geräusche verursachenden Pumpe ohne für den Fahrer erkennbaren Grund kann diesen beunruhigen und von einer konzentrierten Bedienung seines Fahrzeugs ablenken und unter Umständen gar zu Panikreaktionen führen.

Als Maßnahme zur Bekämpfung von Pumpengeräuschen ist bekannt geworden, die Anzahl der Pumpenkolben von ein oder zwei Kolben auf fünf und mehr Kolben zu erhöhen. Auf diese Weise wird bei gleicher Pumpleistung die Höhe der Druckschwankungen vermindert und gleichzeitig die Frequenz der Pumpenschwankungen erhöht, was zu einer Verstärkung des dann schwächeren Geräusches führt. Eine derartige Pumpe ist in der DE-OS 24 36 627 beschrieben.

Die vorliegende Erfindung geht daher aus von einer Kolbenpumpe der sich aus dem Oberbegriff des Hauptanspruchs ergebenden Gattung. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Geräuschbekämpfung durch andere Mittel als eine möglichst hohe Anzahl von Pumpenkolben zu erreichen. Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch die sich aus dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs ergebende Merkmalskombination. Die Erfindung besteht im Prinzip also darin, ein Kolbenbewegungsprofil anzugeben, das bei geeignet phasenversetzter Anwendung auf die einzelnen Kolben der Pumpe einen Summenwert der Ansaugvolumenströme aller Kolben ergibt, der nur von der Rotationsgeschwindigkeit des Pumpenantriebs, nicht aber von der momentanen Phasenlage des Pumpenantriebs abhängt. Insbesondere resultiert daraus bei konstanter Pumpenantriebsgeschwindigkeit ein im Rahmen der erzielbaren Fertigungsgenauigkeiten exakt konstanter, pulsationsfreier Fördervolumenstrom der Pumpe.

Somit löst die Erfindung die gestellte Aufgabe vollständig, während die im Stand der Technik beschriebenen Maßnahmen nur eine graduelle Verbesserung erreichen können, da trotz größerer Kolbenzahl ein bestenfalls annähernd gleichbleibender Summenwert erzielt werden kann.

Das erfindungsgemäße Prinzip ist nicht nur hinsichtlich des Fördervolumenstroms, sondern auch hinsichtlich des Ansaugvolumenstroms anwendbar. Will man also auch den Ansaugvolumenstrom pulsationsfrei halten, so empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 2. Ein konstanter Ansaugvolumenstrom zusammen mit einem konstanten Fördervolumenstrom bei konstanter Antriebsgeschwindigkeit hat zur Folge, daß das innerhalb der Pumpe befindliche Fluid stets dasselbe zeitlich konstante Volumen einnimmt, obwohl die einzelnen Kolbenvolumina sich ständig ändern, selbst wenn die Pumpe mit nicht konstanter Antriebsgeschwindigkeit betrieben wird. Somit hat eine erfindungsgemäße Pumpe die vorteilhafte Eigenschaft, daß in allen, insbesondere auch in nicht stationären Betriebsbedingungen der Ansaugvolumenstrom gleich dem Fördervolumenstrom ist.

Eine Kolbenpumpe nach dem Stand der Technik entnimmt dagegen dem angeschlossenen Hydrauliksystem beim Ansaugen ein Fluidvolumen und stößt ein entsprechendes Volumen zeitversetzt ab. Eine solche Pumpe erzeugt daher selbst im Bereitschafts-Betriebsmodus von ESP, während dem Eingang und Ausgang der Pumpe über Ventile miteinander verbunden werden und die Pumpe in einem geschlossenen hydraulischen Kreis fördert, Pulsationen. Die

erfindungsgemäße Pumpe kann dagegen konstruktionsbedingt überhaupt keine Pulsationen erzeugen, außer solchen, die durch Ungleichförmigkeiten in der Bewegung des Pumpenantriebs verursacht werden. Diese kommen aber bedingt durch die vergleichsweise hohe Rotationsträgheit des üblicherweise zum Antrieb verwendeten Elektromotors praktisch nicht vor.

Einen besonders einfachen Aufbau der erfindungsgemäßen Pumpe erhält man durch Anwendung der Merkmalskombination nach Anspruch 3. Danach werden die Pumpen zyklisch nacheinander durch ein einzelnes Getriebe angesteuert, das das erfindungsgemäße Kolbenhubprofil in der jeweiligen Phasenlage für alle Kolben der Pumpe erzeugt, wobei die Pumpenkolben im wesentlichen in einer gemeinsamen Ebene liegen und vorzugsweise sternförmig angeordnet werden.

Eine bevorzugte Form der Ausführung des Kolbenhubgetriebes ist eine rotierende Kurvenscheibe, wobei sich die korrekte Phasenlage der einzelnen Kolbenhübe durch die sternförmige Anordnung der Kolben in gleichen Winkelabständen ergibt.

Mehrere erfindungsgemäße Kolbenpumpen können gemäß den Merkmalen des Anspruchs 5 zu einer Pumpeneinheit zusammengefaßt werden, die von einem gemeinsamen rotatorischen Antrieb bedient werden. Dabei ist es besonders günstig, die Kolben aller Pumpen in eine Ebene zu packen und den rotatorischen Antrieb über ein gemeinsames Getriebe auf alle Pumpenkolben wirken zu lassen. So ist beispielsweise die für hydraulische Bremssysteme erforderliche Trennung in zwei getrennte Bremskreise realisierbar, indem zwei erfindungsgemäße Pumpen mit je drei Kolben gemeinsam angetrieben werden. Dabei sind die insgesamt 6 Pumpenkolben derart geschaltet, daß sie in Drehrichtung der Pumpe abwechselnd einem der beiden Pumpenkreise fest zugeordnet sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Darin zeigt:

**Fig. 1** die Fördervolumina einzelner Kolben über dem Drehwinkel einer Pumpe mit drei Kolben, wobei die jeweiligen Fördervolumina der einzelnen Kolben untereinander dargestellt sind,

**Fig. 2** einen geeigneten Kolbenhub in Abhängigkeit von dem Drehwinkel zur Erzeugung der Fördervolumina nach **Fig. 1**,

**Fig. 3 bis 6** verschiedene Konturen von Kurvenscheiben zum Herbeiführen der in **Fig. 1** gezeigten Fördervolumina;

**Fig. 7** den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Kolbenpumpe mit drei Kolben und

**Fig. 8** den Aufbau einer Anordnung aus zwei erfindungsgemäßen Kolbenpumpen mit je drei Kolben, bei dem die insgesamt 6 Kolben in einer Ebene angeordnet sind.

Die Erfindung ist eine Weiterbildung der an sich bekannten Kolbenpumpe und löst die Aufgabe, die Volumenstrompulsationen solcher Kolbenpumpen zu eliminieren. Während in der Fachliteratur als Maßnahme zur Minderung der Pulsationen vorgeschlagen wird, die Anzahl der Kolben zu erhöhen, können die Pulsationen durch Anwendung der Erfindung bereits bei Pumpen mit nur drei oder vier Kolben vollständig vermieden werden.

Die Lösung der Aufgabe besteht in der Vorgabe einer geeigneteren Bewegungsform als die üblicherweise verwendeten rein sinusförmigen Kolbenhübe.

Zur Bestimmung der entsprechenden, Pulsationen vermeidenden Kolbenbewegung für eine 3-Kolben-Pumpe wird gemäß **Fig. 7** von einem rotatorischen Antrieb ausgegangen, der die drei Kolben (9) mit dem gleichen, aber jeweils um 120 Grad phasenversetzten Bewegungsprofil antreibt. Pro 360 Grad Umdrehung des Antriebs soll ein Kol-

ben (9) einmal ansaugen und einmal fördern. Dies entspricht einem steigenden und einem fallenden Abschnitt des Kolbenbewegungsprofils in Fig. 2. Bei konstanter Winkelgeschwindigkeit des Pumpenantriebs ist der Fördervolumenstrom proportional zur Anstieg, der Ansaugvolumenstrom proportional zum Abfall des Bewegungsprofils. Vorgeschlagen wird der in Fig. 1 dargestellte Verlauf der drei Profilsteigungen. Summieren der drei aufsteigend schraffierten Fördervolumenströme ergibt den konstanten Gesamt-Fördervolumenstrom und Summieren der drei abfallend schraffierten Ansaugvolumenströme den ebenso konstanten Ansaugvolumenstrom. Dabei wechseln sich jeweils 60 Grad-Phasen, in denen nur einer der drei Kolben fördert, ab mit 60 Grad-Phasen in denen zwei Kolben ihre zeitlich veränderlichen Volumenströme zu dem in der Summe konstanten Gesamt-volumenstrom beitragen. Das gleiche gilt für die Ansaugvolumenströme. Da Eingangs- und Ausgangsvolumenstrom gleich und proportional zur Antriebsgeschwindigkeit sind, ist die Volumenbilanz der erfindungsgemäßen Pumpe ausgeglichen in dem Sinne, daß sich zu jedem Zeitpunkt dieselbe Flüssigkeitsmenge innerhalb der Pumpe befindet. Insbesondere kann daher im Gegensatz zur bekannten ESP-Pumpe bei eingangsseitiger Druckbeaufschlagung keine unerwünschte Volumenaufnahme stattfinden. Die waagerechten Kurvenabschnitte, in denen der betreffende Kolben alleine fördert sind durch die Anforderung eines konstanten Gesamt-volumenstroms festgelegt. Dagegen können die Abschnitte, in denen sich je zwei Teilvolumenströme summieren noch variiert werden. Beispielsweise könnten die geschwungenen Kurven durch ansteigende bzw. abfallende Geraden ersetzt werden. Dies hätte jedoch den Nachteil, daß der Volumenstrom plötzlich einsetzt wodurch die Pumpenventile Geräusche abgeben. Daher wird die in Fig. 1 dargestellte Kurvenform bevorzugt. Die für die vorgegebenen Fördervolumenströme erforderlichen Kolbenbewegungen ergeben sich durch Integration über die Zeit. Fig. 2 zeigt exemplarisch den Kolbenweg über dem Antriebswinkel für den in Fig. 1 ganz oben dargestellten Volumenstromverlauf. Die waagerechten Abschnitte der Kurve in Fig. 1 ergeben Abschnitte konstanter Steigung in Fig. 2. Die Wege der anderen beiden Kolben ergeben die gleiche, jedoch phasenversetzte Kurve.

Es bleibt die Aufgabe, die Drehbewegung einer Pumpenantriebswelle in die oben ermittelte Kolbenbewegung zu wandeln. Dies kann durch einen Nocken geschehen, der eine auf einen Grundkreis abgewinkelte Kontur gemäß der in Fig. 2 gezeigten Kurve besitzt. Fig. 3 bis 6 zeigen vier verschiedene Grundkreise und die zugehörigen Nockenkonturen.

Fig. 7 zeigt eine mögliche Bauform der erfindungsgemäßen Pumpe. Die Form des Antriebsnockens ergibt sich durch radiale Streckung des Grundkreises mit der in Fig. 2 dargestellten erfindungsgemäßen Kolbenhub-Funktion. Um den entsprechenden Hub dann auch tatsächlich zu erzielen muß der Nocken wie angedeutet an Berührungspunkten (8) abgetastet werden, die auf den Mittellinien der Kolben liegen. Bei der technisch praktikableren Abtastung durch ein stumpfes Ende des Kolbens wandert der Berührungspunkt senkrecht zur Kolbenachse. Daher muß in diesem Falle eine entsprechend modifizierte Nockenkontur zum Einsatz kommen. Die Berechnung liegt im Bereich des Könnens eines Durchschnittsfachmanns und wird deswegen im Rahmen der vorliegenden Anmeldung nicht durchgeführt.

Fig. 8 zeigt, wie sechs vom gleichen Getriebe betriebene Kolben (14) so gruppiert werden können, daß zwei voneinander getrennte, pulsationsfreie Pumpenkreise entstehen.

Auch in einer Pumpe mit vier Kolben können diese analog zu dem oben gesagten so angetrieben werden, daß keine

Pulsationen entstehen - das ist sogar einfacher zu erreichen als mit drei Kolben. Da aber wie gezeigt drei Kolben bereits genügen, um alle Pulsationen vollständig zu eliminieren wird das Ergebnis dieser Berechnungen hier nicht gezeigt. Zum technischen Vorteil der Erfindung läßt sich sagen: Die Kolbenpumpe als kostengünstigste Pumpenbauform hatte bisher den Nachteil der Volumenstrom-Pulsationen mit den damit verbundenen Problemen wie z. B. der Geräuschenwicklung. Dieser Nachteil wird durch die Erfindung mit einfachen Mitteln behoben.

Eine speziell konstruiertes Bewegungsprofil ersetzt die bisher in Kolbenpumpen übliche rein sinusförmigen Kolbenbewegung. Diese Bewegung wird allen Kolben einer Pumpe phasenversetzt aufgeprägt. Zur Erzielung pulsationsfreier Ansaug- und Fördervolumenströme sind mindestens drei Kolben notwendig.

#### Patentsprüche

1. Kolbenpumpe (6) mit rotatorischem Antrieb (4, 7) und drei beziehungsweise vier Kolben (7, 14) gleicher Geometrie, die alle mit dem gleichen um jeweils 120 beziehungsweise 90 Grad zum nächsten Kolben phasenversetzten Bewegungsprofil zyklisch angesteuert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Bewegungsprofil (Fig. 1 bis Fig. 6) derart gestaltet ist, daß der Summenwert der Fördervolumenströme aller Kolben prinzipiell nur von der Rotationsgeschwindigkeit des Pumpenantriebs, nicht aber von der momentanen Phasenlage des Pumpenantriebs abhängt.
2. Kolbenpumpe (6) mit rotatorischem Antrieb und drei beziehungsweise vier Kolben (9) gleicher Geometrie, die alle mit dem gleichen um jeweils 120 beziehungsweise 90 Grad zum nächsten Kolben phasenversetzten Bewegungsprofil zyklisch angesteuert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Bewegungsprofil derart gestaltet ist, daß der Summenwert der Ansaugvolumenströme aller Kolben prinzipiell nur von der Rotationsgeschwindigkeit des Pumpenantriebs, nicht aber von der momentanen Phasenlage des Pumpenantriebs abhängt.
3. Kolbenpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (9, 14) in einer Ebene sternförmig radial zur Achse des Antriebs angeordnet sind.
4. Kolbenpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der rotatorische Antrieb die drei beziehungsweise vier Kolben der Pumpe über eine Kurvenscheibe (7, 12) antreibt.
5. Kolbenpumpen nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß rotatorischen Antrieb (4, 7) mehr als eine Pumpe antreibt.
6. Kolbenpumpen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der rotatorische Antrieb die mehr als eine Pumpe über eine gemeinsam genutzte Kurvenscheibe antreibt.
7. Kolbenpumpe nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem geregelten Bremssystem eingesetzt ist.
8. Radialkolbenpumpe mit mehr als zwei Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Exzenters (5, 7, 12) der Kolbenhub (Fig. 2) derart drehwinkelabhängig gesteuert wird, daß die Summe der Fördervolumenströme aller Kolben einen annähernd gleichbleibenden Summenwert ergibt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

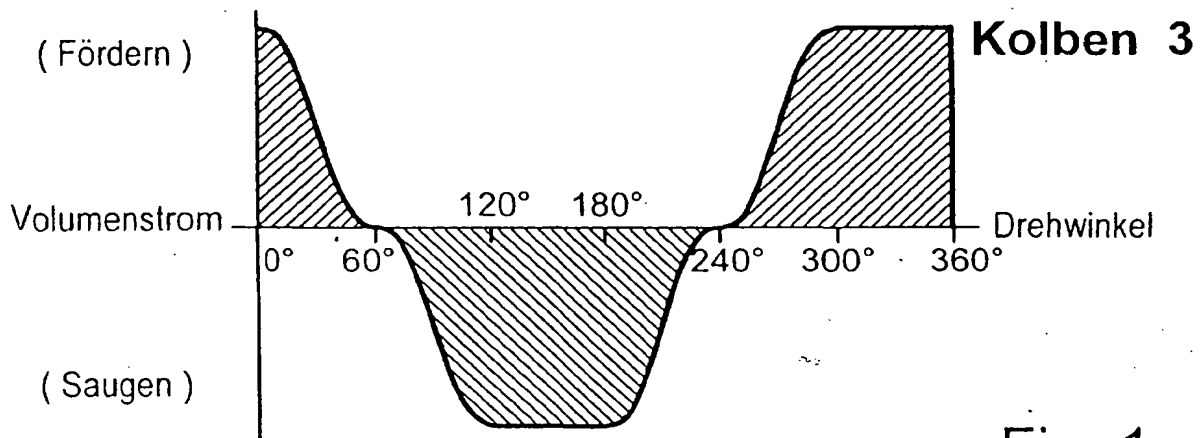
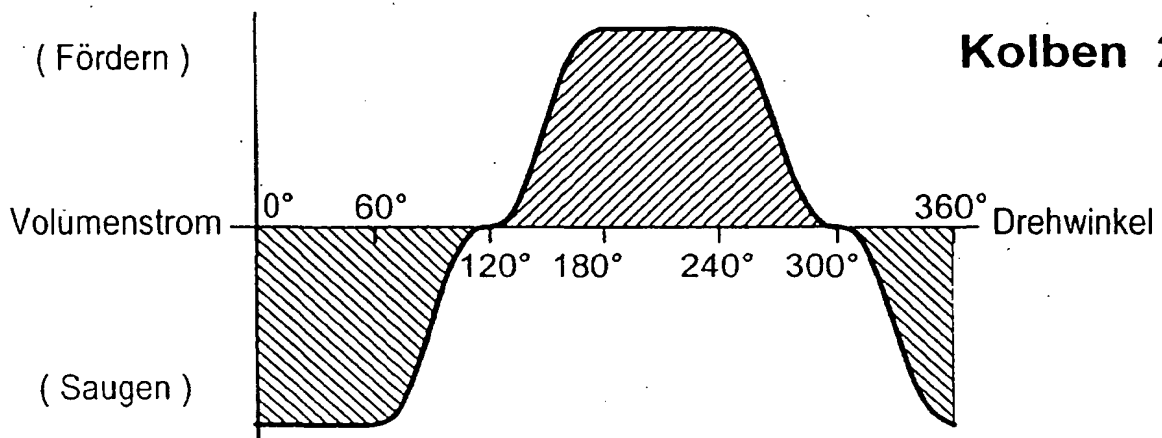
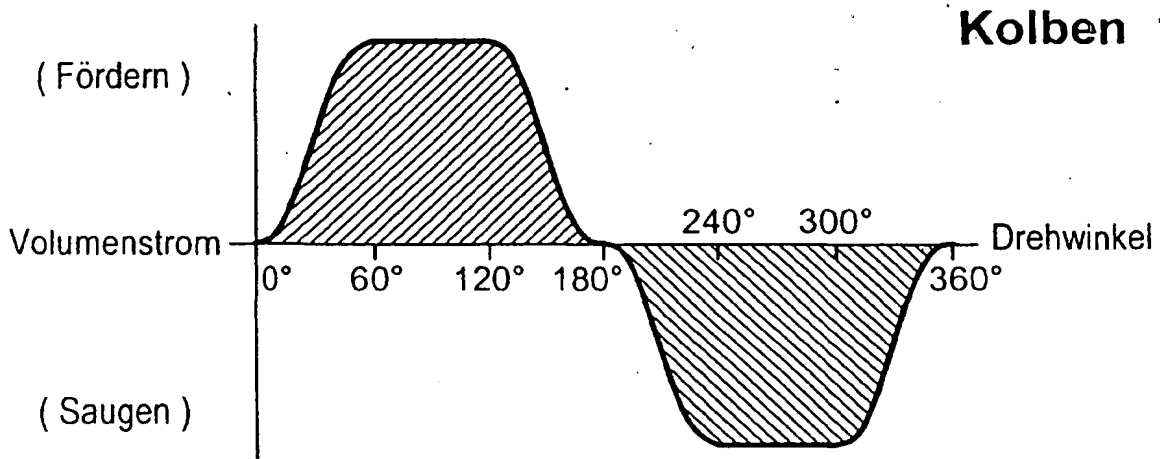


Fig. 1

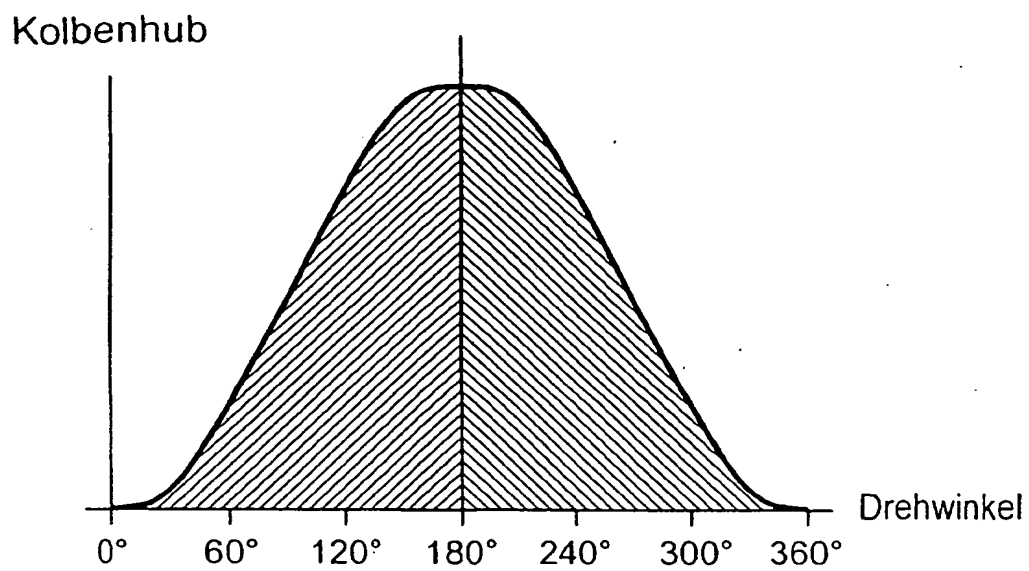


Fig. 2



Fig. 3

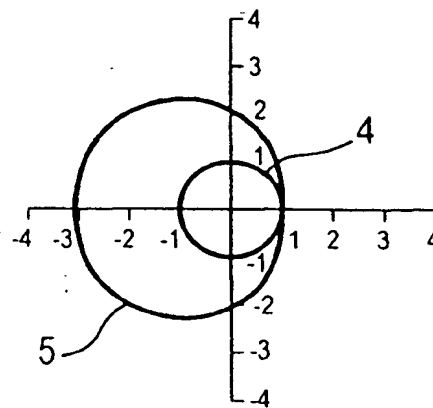


Fig. 4

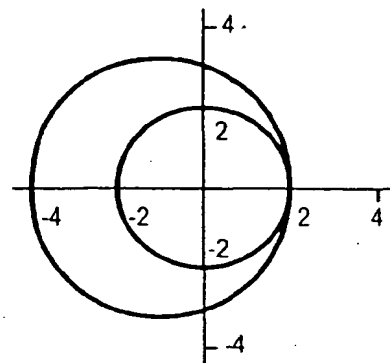


Fig. 5

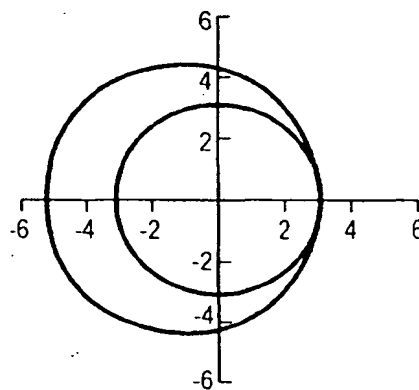


Fig. 6

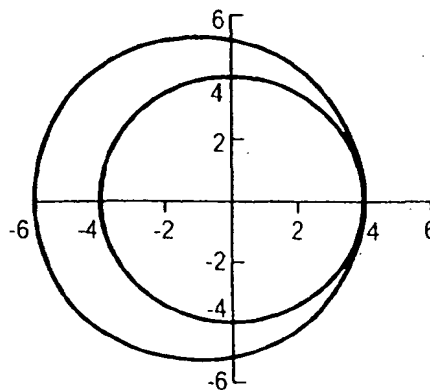


Fig. 7

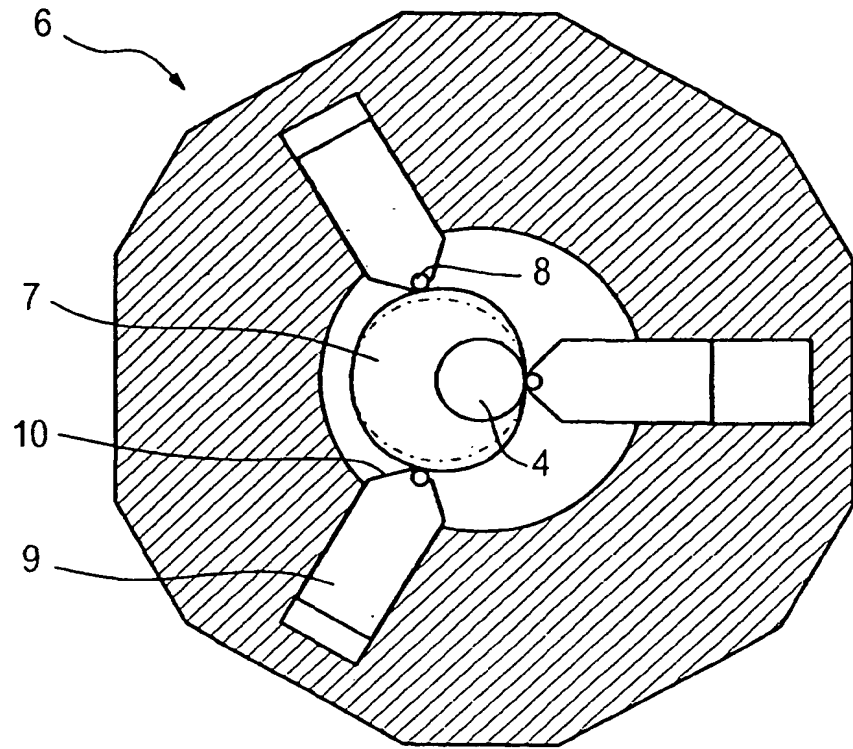


Fig. 8

